



## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Ermitteln der Konzentration einer Komponente in einer Gas-mischung. Insbesondere betrifft sie Meßfühler, die zur Regelung der Zusammensetzung des Kraftstoff/Luftgemisches von Brennkraftmaschinen eingesetzt werden. Derartige Meßfühler erfassen den Sauerstoffgehalt im Abgas der Brennkraftmaschine und liefern damit ein Eingangssignal für einen Regelkreis zur Regelung der Gemischzusammensetzung auf vorgegebene Werte.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine Vorrichtung, die im Prinzip so aufgebaut ist, wie eine im SAE-Paper 920234 dargestellte Universalsauerstoffsonde.

Eine Sonde des dort dargestellten Typs weist ein erstes Teilvolumen auf, in dem die Konzentration von Sauerstoff über einen Diffusionswiderstand an die Konzentration von Sauerstoff im Abgas angekoppelt ist. In einem zweiten Teilvolumen herrscht eine Atmosphäre mit einer Referenzsauerstoffkonzentration. Eine zwischen erstem und zweitem Teilvolumen angeordnete Nernstzelle liefert ein für den Unterschied der Sauerstoffkonzentrationen in beiden Teilvolumina charakteristisches Ausgangssignal. Durch Vergleich dieses Ausgangssignals mit einem vorgegebenen Wert läßt sich eine Abweichung der Sauerstoffkonzentration im ersten an das Abgas angekoppelten Volumen von einem Sollwert feststellen. Eine Sauerstoffpumpvorrichtung pumpt Sauerstoffteilchen in einer von der festgestellten Abweichung abhängigen Stromstärke in das erste Teilvolumen hinein oder aus diesem hinaus, so daß die Sauerstoffkonzentration dort gegen den Einfluß der über den Diffusionswiderstand wirkenden Kopplung an die Sauerstoffkonzentration im Abgas konstant gehalten wird.

Die zu ermittelnde Größe, nämlich die Sauerstoffkonzentration im Abgas, läßt sich durch Auswerten des Pumpstroms  $I_p$  bestimmen.

Ein Vorteil von Sauerstoffsonden dieses Typs liegt in der näherungsweise linearen Kennlinie  $I_p = f(\lambda)$ , die sich bei einer langsamen stetigen Veränderung der Gemischzusammensetzung  $\lambda$  ergibt. Wird die Gemischzusammensetzung jedoch schneller moduliert, wie es bei der Gemischregelung für Brennkraftmaschinen üblich ist, ergibt sich bei  $\lambda = 1$  eine Hysterese in der Kennlinie. Mit anderen Worten: Der Wert des Ausgangssignals des Meßfühlers in der Nähe von  $\lambda = 1$  hängt von der Richtung der Änderung der Gemischzusammensetzung ab.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in Beseitigung dieser Hystereseffekte, bzw. in der Angabe eines Meßfühlers der eingangs genannten Art, dessen Kennlinie keine störenden Hystereseffekte aufweist.

Diese Aufgabe wird durch die Angabe einer Vorrichtung zum Ermitteln der Konzentration einer Komponente in einer Gas-mischung gelöst mit einem ersten Teilvolumen, in dem die Konzentration der Komponente gegen den Einfluß der über einen Diffusionswiderstand wirkenden Kopplung an die Konzentration in der Gas-mischung konstant gehalten wird, wobei der genannte Einfluß der Kopplung durch einen steuerbaren Strom von Ionen der Komponente durch einen als Pumpvorrichtung dienenden Festelektrolyten zwischen erstem Teilvolumen und Gas-mischung kompensiert

wird, so daß ein Maß für den genannten Strom ein Maß für die gesuchte Konzentration in der Gas-mischung darstellt, und wobei der genannte Strom als Funktion der Abweichung der Ausgangsspannung eine Nernstzelle zwischen erstem Teilvolumen und einem Referenzgas-volumen von einem Sollwert gesteuert wird und bei der Mittel vorhanden sind, die den genannten Sollwert gezielt als Funktion der über dem Festelektrolyten der Pumpvorrichtung meßbaren Spannung beeinflussen.

Die Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung erhöht insbesondere die Genauigkeit von Regelkreisen mit stetiger Abhängigkeit der Stellgröße von der Regelabweichung in dem für die Schadstoffkonvertierung wesentlichen Bereich bei stöchiometrischer Gemischzusammensetzung ( $\lambda = 1$ ).

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Beispiels und mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert, wobei Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung und Fig. 2 Kennlinienverläufe des Ausgangssignals von Sauerstoffmeßvorrichtungen nach dem Stand der Technik und der Erfindung im Vergleich zeigt.

Fig. 3 stellt die über dem Elektrolyten der Pumpvorrichtung meßbare Spannung bei einer Vorrichtung nach Bild 1 mit einer Referenzspannung von 450 Millivolt über der von  $\lambda = 0,7$  bis 1,3 schwankenden Gemischzusammensetzung dar.

Fig. 4 offenbart Alternativen zur Realisierung der erfindungsgemäßen Beeinflussung des Sollwerts.

Die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung setzt sich aus einem Sensor 1 und der Beschaltung 2 des Sensors zusammen. Der eigentliche Sensor 1 weist ein erstes Teilvolumen 3 auf, daß über einen hier als kleine Öffnung realisierten Diffusionswiderstand 4 mit dem Abgas 5 verbunden ist. In einem zweiten Teilvolumen 6 herrscht eine Referenzatmosphäre, die beispielsweise durch eine Verbindung zur Außenluft definiert sein kann oder auf andere Weise erzeugt worden ist. Beide Teilvolumina werden von einem sauerstoffionenleitenden Elektrolyten 7 begrenzt, der Elektroden 8, 9, 10 und 11 trägt. Die sich als Folge unterschiedlicher Sauerstoffkonzentrationen in beiden Teilvolumina 3 und 6 einstellende Nernstspannung UN wird dem invertierenden Eingang eines ersten Operationsverstärkers 12 zugeführt, an dessen nicht invertierendem Eingang eine vorgegebene Vergleichsspannung von beispielsweise 450 Millivolt anliegt. Mit der Vergleichsspannung wird ein Sollwert für die Sauerstoffkonzentration im ersten Teilvolumen festgelegt. Ist die Nernstspannung UN kleiner als 450 Millivolt, ist der Ausgang des Operationsverstärkers 12 positiv und treibt einen positiven Strom durch die aus den Elektroden 8, 9 und dem dazwischenliegenden Elektrolyten gebildete Pumpzelle. Mit anderen Worten: Eine vergleichsweise kleine Nernstspannung, die einem Sauerstoffüberschuß im ersten Teilvolumen entspricht, führt zu einem Transport (negativer) Sauerstoffionen vom ersten Teilvolumen zum Abgas. Eine vergleichsweise hohe Nernstspannung führt analog zu einem Sauerstoffteilchenstrom vom Abgas zum ersten Teilvolumen, so daß sich im eingeschwungenen Zustand eine vorgegebene Konzentration von Sauerstoff im ersten Teilvolumen einstellt. Da diese Konzentration durch die über den Diffusionswiderstand 4 wirkende Kopplung gestört wird, stellt der zur Aufrechterhaltung notwendige Pumpstrom  $I_p$  letztlich ein Maß für die Sauerstoffkonzentration im Abgas dar.

Der Pumpstrom  $I_p$  kann, wie in Fig. 1 dargestellt, als Spannungsabfall über einem Meßwiderstand 13 durch

einen zweiten Operationsverstärker 14 gemessen werden.

Die bisher beschriebene Vorrichtung entspricht dem Stand der Technik. Sie liefert ein Ausgangssignal, wie es die gestrichelten Linien in den Kennlinien der Fig. 2 zeigen. Die unerwünschten Hystereseeffekte bei  $\lambda = 1$  hängen mit der sprunghaftigen Änderung der EMK der Pumpzelle bei  $\lambda = 1$  zusammen (siehe dazu Fig. 3). Durch die bauartbedingte Kopplung der Pumpzelle mit der Nernstzelle ergibt sich eine störende Mitkopplung der sprunghaftigen Änderung auf die Nernstspannung UN. Die Änderung der Nernstspannung UN wird über den Pumpstrom ausgeregelt, was eine unerwünschte Änderung des über den Meßwiderstand 14 gemessenen Ausgangssignals des Meßfühlers zur Folge hat. Die Hystereseeffekte im Ausgangssignal zeigen damit Lambdaänderungen an, die nicht vorhanden sind. Um dies zu verhindern, wird erfindungsgemäß ein Teil der Pumpzellen-EMK über ein Mittel 15 auf die Vergleichsspannung mitgekoppelt. Das Mittel 15 kann beispielsweise durch einen ohmschen Widerstand Rmit 16 realisiert sein. Der Wert von Rmit wird vorteilhafterweise so gewählt, daß sich die Vergleichsspannung im gleichen Maß ändert wie die Nernstspannung UN bei Änderungen der Pumpzellen-EMK. Es tritt dann bei einem Durchgang der Sauerstoffkonzentration im Abgas durch  $\lambda = 1$  keine störende Pumpstromänderung auf, so daß die Ausgangsspannung des erfindungsgemäßen Meßfühlers an dieser Stelle eindeutig ist.

In dem dargestellten Beispiel wird die Vergleichsspannung im wesentlichen durch die Widerstände R17 und R18 bestimmt. Definiert man eine Mitkopplung M als

$$M = \frac{\frac{R17 \cdot R18}{R17 + R18}}{Rmit + \frac{R17 \cdot R18}{R17 + R18}}$$

ändert sich beispielsweise die Vergleichsspannung bei einer Mitkopplung  $M = 0,02$  und Werten für Rmit = 980 Kiloohm und  $R17/R18 = 20$  Kiloohm um 10 Millivolt, wenn sich die Pumpzellen EMK um 500 Millivolt ändert.

Alternative Realisierungen zur dargestellten proportionalen Mitkoppelung mittels eines ohmschen Widerstandes 16 sind in Fig. 4 dargestellt. Sie ergeben sich durch eine integrale Mitkopplung durch eine Kapazität 17 anstelle von Rmit (Fig. 4a) oder durch eine Reihenschaltung aus einer Kapazität und einem ohmschen Widerstand anstelle von Rmit (Fig. 4b).

Die Verwendung des erfindungsgemäßen Meßfühlers ist nicht auf die Messung von Sauerstoffkonzentrationen beschränkt. Durch Verwendung von Elektrolyten, die für Ionen anderer Gaskomponenten leitfähig sind, kann die Erfindung auch zur Messung anderer Konzentrationen eingesetzt werden.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Ermitteln der Konzentration einer Komponente in einer Gasmischung,
  - mit einem ersten Teilvolumen, in dem die Konzentration der Komponente gegen den Einfluß der über einen Diffusionswiderstand wirkenden Kopplung an die Konzentration in

der Gasmischung konstant gehalten wird,

— wobei der genannte Einfluß der Kopplung durch einen steuerbaren Strom von Ionen der Komponente durch einen als Pumpvorrichtung dienenden Festelektrolyten zwischen erstem Teilvolumen und Gasmischung kompensiert wird, so daß ein Maß für den genannten Strom ein Maß für die gesuchte Konzentration in der Gasmischung darstellt,

— und wobei der genannte Strom als Funktion der Abweichung der Ausgangsspannung einer Nernstzelle zwischen erstem Teilvolumen und einem Bereich, in dem eine Referenzkonzentration der genannten Komponente vorliegt, dadurch gekennzeichnet, daß

— Mittel vorhanden sind, die den genannten Sollwert gezielt als Funktion der über dem Festelektrolyten der Pumpvorrichtung meßbaren Spannung beeinflussen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil der über dem Elektrolyten der Pumpvorrichtung meßbaren Spannung über einen ohmschen Widerstand Rmit auf den Sollwert gekoppelt wird.

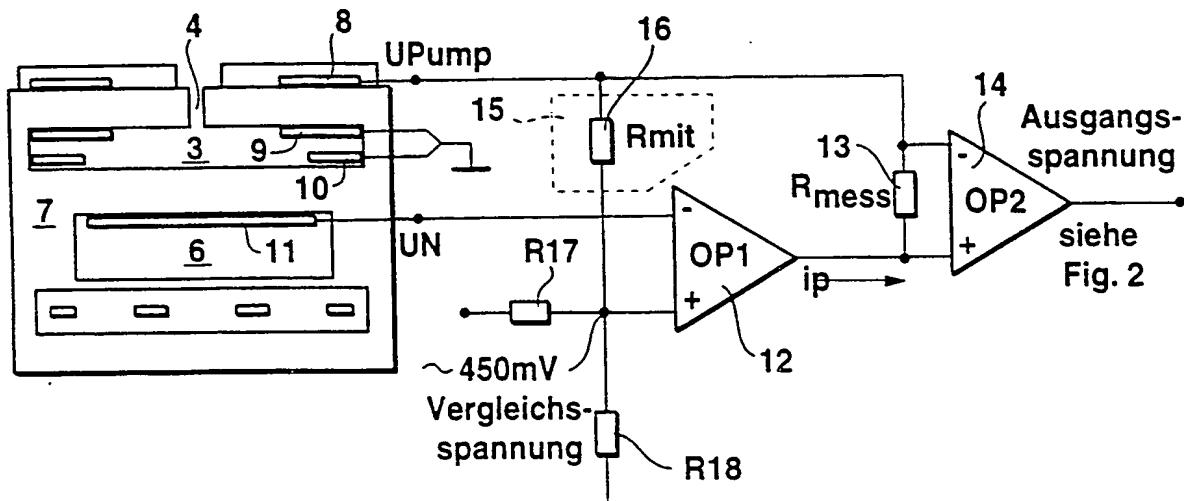
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil der über dem Elektrolyten der Pumpvorrichtung meßbaren Spannung über eine Kapazität C auf den Sollwert gekoppelt wird.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Teil der über dem Elektrolyten der Pumpvorrichtung meßbaren Spannung über eine Reihenschaltung aus einem ohmschen Widerstand und einer Kapazität C auf den Sollwert eingekoppelt wird.

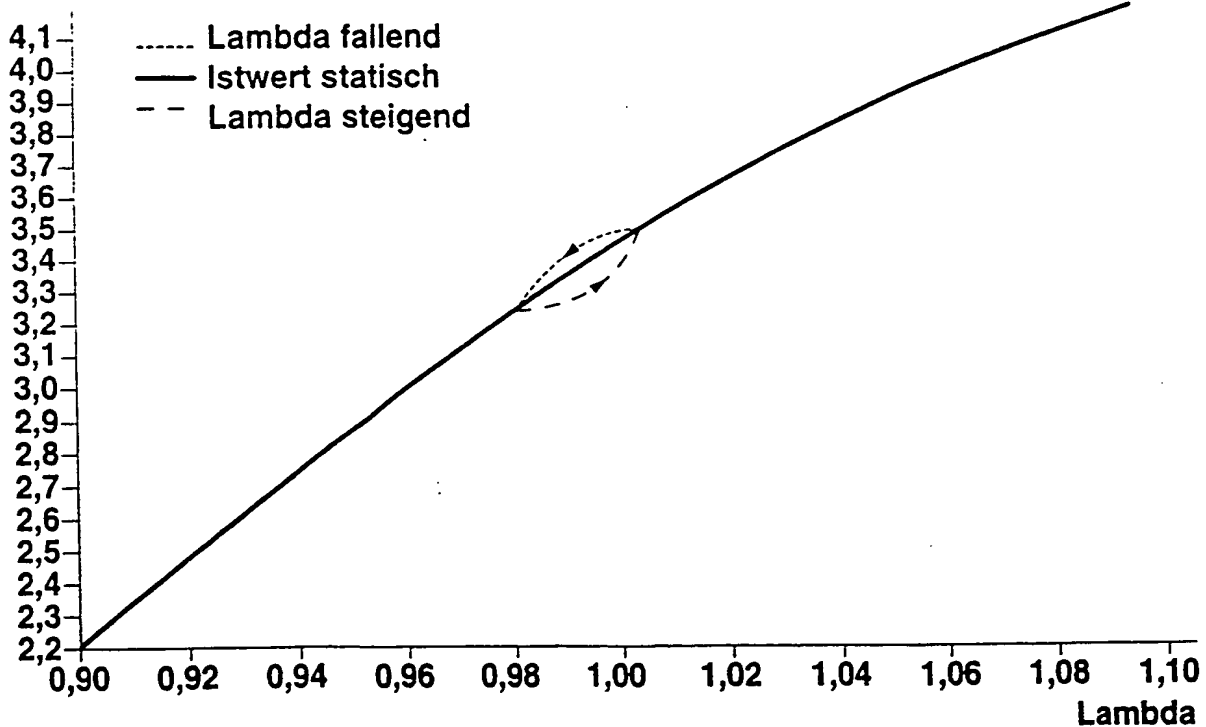
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopplungsmittel so dimensioniert sind, daß sich die Vergleichsspannung im gleichen Maß ändert wie die Nernstspannung bei einer Änderung der über dem Elektrolyten der Pumpvorrichtung meßbaren Spannung.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

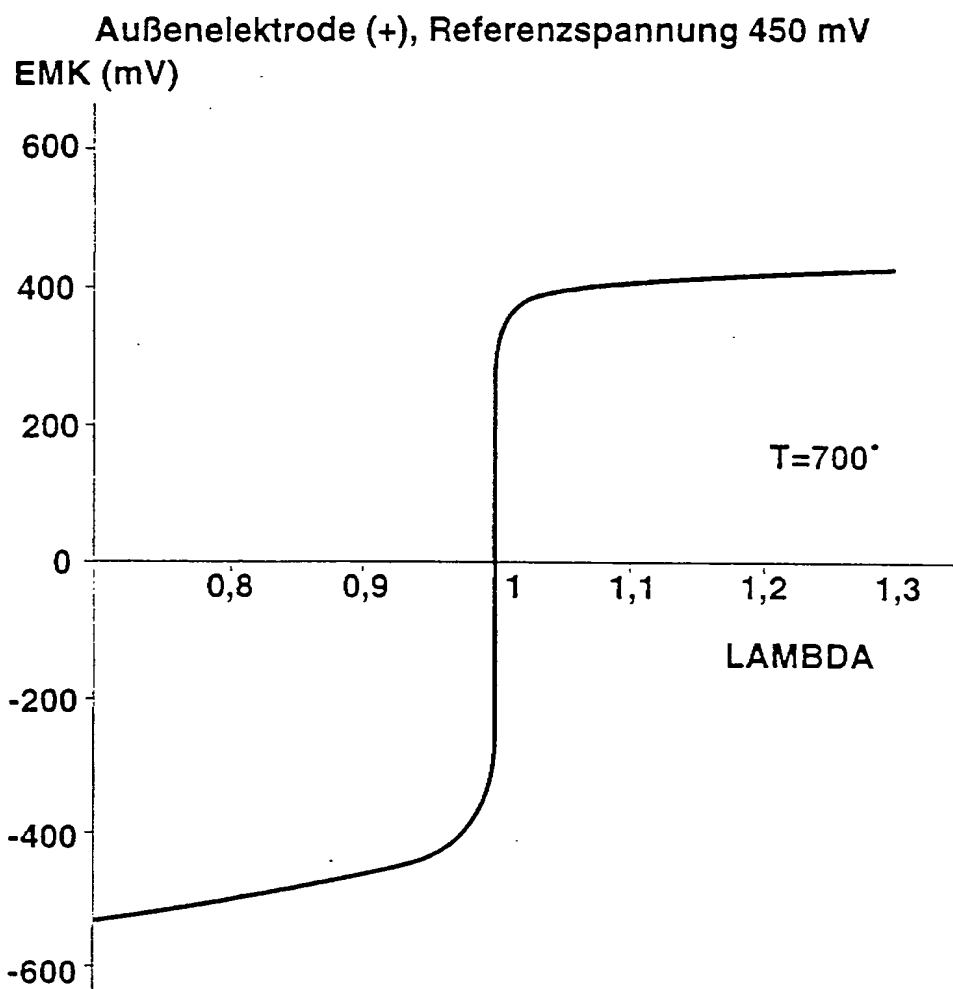
- Leerseite -

**Fig. 1****Fig. 2**

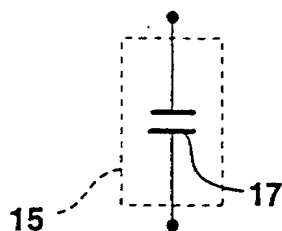
Ausgleichsspannung (V) 3,5V = Pumpstrom 0



**Fig. 3**



**Fig. 4a**



**Fig. 4b**

